

## О НАПРЯЖЕНИЯХ, ВЫЗЫВАЕМЫХ В САМОДОЗИРУЮЩЕМ ЗАГРУЗОЧНОМ УСТРОЙСТВЕ СКИПОВОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

И. К. ХРУСТАЛЕВ

(Представлено научно-технической конференцией горно-механического  
факультета ТПИ)

### Типы загрузочных устройств

#### Дозирующее устройство

В скиповых подъемных установках угольных шахт как правило применяются самодозирующие загрузочные устройства с барабанными затворами. Барабанный затвор встречается двух разновидностей. В одном случае контргруз, при помощи которого закрывается затвор дозатора, укреплен непосредственно на барабане (рис. 1). Для ограничения поворота барабанного затвора дозатора в этом случае имеется ограничительное устройство (обычно деревянный брус, укрепленный к фундаменту затвора).

В другом случае (рис. 2) контргруз барабанного затвора совершает движение в отдельных направляющих и связан с барабаном при помощи каната.

Как показывает опыт работы скиповых подъемных установок, во втором случае дозирующее устройство работает более надежно, допуская большую нагрузку, а значит и большую скорость скипа при посадке на каретку дозатора. Наоборот, первая разновидность барабанного затвора не допускает больших посадочных скоростей скипа. При резких поворотах затвора при его открывании и закрывании возникают опасные механические напряжения в боковых листах неуравновешенной части барабана (в месте крепления грузов), что вызывает отрывание грузов и разрывы листов барабана. Это положение заставляет производить посадку скипа на каретку дозатора с весьма низкой скоростью, что чрезвычайно затягивает период посадки скипа. Это же положение не дает возможности работать с большим ускорением в начале пускового периода, так как при этом возникают большие усилия при ударе барабана затвора об ограничительный брус.

#### Типы кареток дозирующих устройств для посадки скипа

В скиповых подъемных установках угольных шахт встречаются два типа кареток дозирующих устройств: поступательного перемещения (рис. 2) и вращательного перемещения (рис. 1). В первом случае рама каретки ходит в направляющих, во втором, она подвешена при помощи тяг или канатов дозирующего устройства и поворачивается под действием опускающегося скипа или контргруза.

Для посадки скипа у кареток поступательного перемещения имеется педаль, на которую для смягчения удара скипа обычно накладывается деревянный брус толщиной 150 ÷ 220 мм.

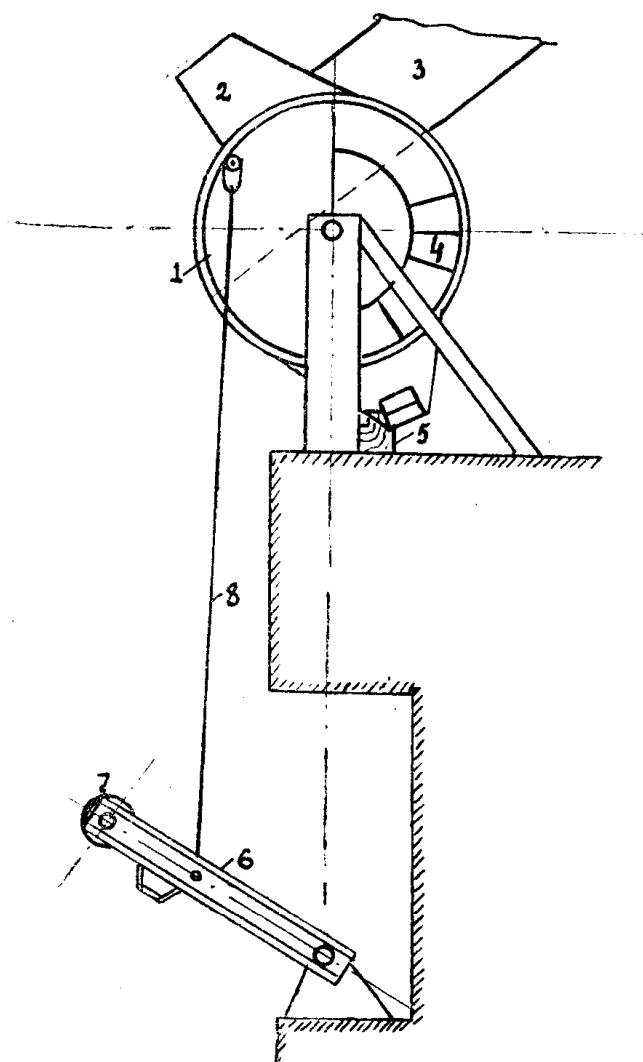
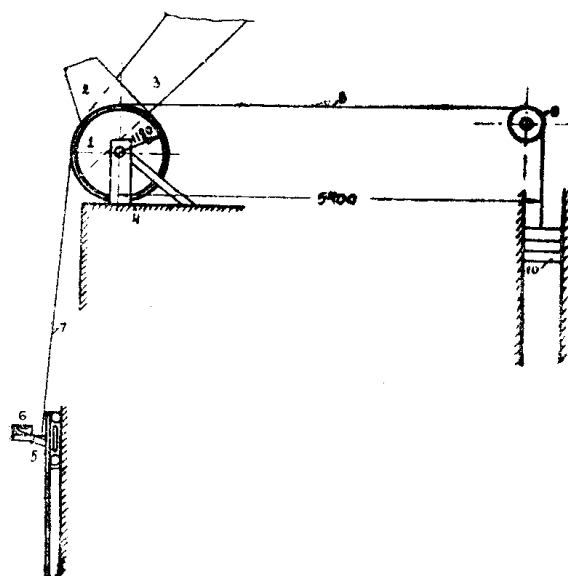


Рис. 1. Схема самодозирующего загрузочного устройства.

1. Барабан затвора. 2. Носок барабана затвора. 3. Рукав бункера.
4. Контргруз. 5. Ограничитель поворота барабана. 6. Каретка дозатора вращательного перемещения.
7. Посадочный ролик каретки.
8. Канаты или тяги.

Рис. 2. Схема самодозирующего загрузочного устройства.

1. Барабан ( $G_b = 3149 \text{ кг}$ ;  $R_b = 1,18 \text{ м}$ ).
2. Носок ( $G_n = 256 \text{ кг}$ ;  $\rho = 1,74 \text{ м}$ ).
3. Рукав бункера. 4. Ограничитель поворота барабана. 5. Каретка поступательного перемещения ( $G_k = 547 \text{ кг}$ ).
6. Амортизирующий деревянный брус. 7, 8. Канаты.
9. Направляющий шкив ( $G_{шк} = 50 \text{ кг}$ ).
10. Контргруз ( $G_{кг} = 4000 \text{ кг}$ ).



У кареток вращательного перемещения посадка скипа осуществляется или на посадочный ролик или на металлическую балку.

Ход каретки поступательного перемещения обычно  $1,4 \div 1,9$  м и вращательного перемещения —  $0,6 \div 1,6$  м. Каретки с поступательным перемещением, благодаря наличию на посадочной педали деревянного амортизирующего бруса, работают в более благоприятных условиях и, наоборот, у кареток вращательного перемещения часто наблюдались случаи поломки посадочного ролика или вырывание его из крепления рамы.

### Связь от каретки к затвору дозатора

Связь от каретки к затвору дозатора осуществляется или при помощи стальных тяг или канатами. Обычно от каретки к барабану затвора идут две тяги или два каната (с каждой стороны по одному).

Необходимо отметить, что канатная связь более надежна и дозирующее устройство при этом работает в более благоприятных условиях, так как канаты, обладая амортизационными свойствами, уменьшают механические напряжения в дозирующем устройстве в момент удара скипа о каретку дозатора. Напряжения в деталях, вызванные мгновенной (ударной) нагрузкой,

что имеет место при посадке скипа на каретку дозатора, прямо пропорциональны модулю упругости  $E$  [1,2]. Если для сплошного, стального стержня  $E = 2 \cdot 10^6$  кг/см<sup>2</sup>, то для каната  $E = 0,7 \cdot 10^6$  кг/см<sup>2</sup> [3]. Отсюда при прочих равных условиях механические напряжения в канате будут в  $\frac{2}{0,7} = 2,85$

раза меньше таковых в сплошных стальных тягах.

Для крепления тяг или канатов к каретке дозатора иногда применяются пружинные амортизаторы. Схема такого амортизатора показана на рис. 3.

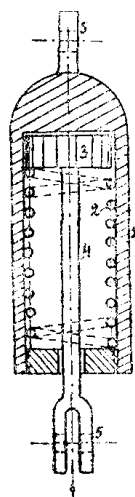


Рис. 3. Пружинный амортизатор. 1. Корпус. 2. Пружина. 3. Шайба. 4. Стержень. 5. Проушины, для крепления к каретке и тягам.

Такие амортизаторы, не улучшая условия работы самой каретки дозатора, безусловно в большей степени улучшают работу связи и затвора дозирующего устройства, так как смягчают ударные толчки на затвор дозатора.

К недостаткам данных амортизаторов необходимо отметить то, что ввиду неблагоприятных условий их работы (обычно в условиях большого капежа воды и загрязненной рудничной атмосферы) приходится ставить пружины с диаметром проволоки  $18 \div 20$  мм, а это уменьшает амортизационные свойства амортизатора. Кроме того, пружинный амортизатор вызывает колебательные движения затвора дозатора, а значит и колебательные напряжения в нем.

### 0 напряжениях, вызываемых в элементах загрузочного устройства

#### Усилия, испытываемые элементами загрузочного устройства

Элементы загрузочного устройства в процессе работы испытывают два вида нагрузок: 1) статические и 2) динамические.

К статическим нагрузкам относятся: 1) давление угля, находящегося в рукаве бункера, на затвор дозатора; 2) давление скипа на каретку дозатора; 3) усилие, вызываемое в раме затвора дозатора от веса последнего; 4) разрывающее усилие, вызываемое контргрузом в боковинах барабана затвора дозатора; 5) давление скипа на фиксирующие посадочные брусья.

К динамическим нагрузкам относятся: 1) мгновенная (ударная) нагрузка на каретку, связи от каретки к затвору и затвор дозатора при посадке

скипа на каретку дозатора; 2) ударная нагрузка на фиксирующие бруссы при посадке на них скипа в конце движения; 3) ударная нагрузка, вызванная ударом барабана дозатора об ограничительное устройство при закрытии затвора; 4) силы инерции, вызываемые в движущихся элементах затвора дозатора при изменениях их скоростей движения; 5) колебательные нагрузки, вызываемые колебаниями движущейся системы во время открывания и закрывания затвора дозатора.

Статические нагрузки в элементах загрузочного устройства по сравнению с динамическими незначительны. Они не могут вызвать опасных механических напряжений.

Из динамических нагрузок наибольшее значение имеют ударные, вызываемые в загрузочном устройстве в момент удара скипа о каретку дозатора. Многочисленные аварии в элементах загрузочного устройства, встречавшиеся в практике работы скиповых подъемных установок, в большинстве случаев вызывались в этот период.

Вопросам выявления усилий и механических напряжений в элементах загрузочного устройства от ударных и других динамических нагрузок до сих пор не уделяется внимания. На эту тему не было проведено ни одного исследования. Расчет же указанных элементов производится на статическую нагрузку: динамические нагрузки учитываются определенным запасом прочности, который при отсутствии данных о характере действий и величине данных нагрузок принимается условно. Часто же отдельные детали загрузочного устройства (например, тяги или канаты, связывающие каретку дозатора с затвором) ставятся без всякого расчета, конструктивно, исходя из их практики работы.

Выявление усилий и действительных напряжений в загрузочном устройстве при ударных нагрузках затрудняется еще и тем, что вопросы удара деталей машин и сооружений изучены очень мало, а вопросы удара в таких устройствах, каким является загрузочное, совершенно не изучены.

### **Возможность использования разработанных положений теории удара для определения напряжений в загрузочном устройстве**

Выше было указано, что элементы загрузочного устройства испытывают следующие виды ударных нагрузок: 1) ударные нагрузки в каретке дозатора. Здесь имеет место изгибающий удар при посадке скипа на посадочный ролик или педаль каретки дозатора; 2) растягивающие ударные нагрузки в канатах и тягах (в связях от каретки к затвору дозатора и от затвора к контргрузу), вызываемые во время посадки скипа на каретку; 3) усилия, вызываемые в барабане затвора дозатора при его открывании и закрывании — крутящие удары.

Разработанная теория изгибающего удара рассматривает взаимодействие простейших соударяющихся тел. В качестве ударяемого тела рассматривается однородная балка с опертыми концами (двухопорная балка) или балка с заделанным концом — консоль. При помощи известных положений из теории удара можно определить напряжение в балке с упругими опорами или когда удар производится по амортизатору, укрепленному на балке, если в качестве этих упругих опор или амортизаторов применены стальные пружины [6]. При помощи этих известных положений почти невозможно определить напряжение в балках, если в качестве упругих опор и амортизаторов применена резина. Если стальные пружины имеют постоянную жесткость, то есть они подчиняются закону Гука, то жесткость резинового амортизатора не постоянна, а изменяется в зависимости от нагрузки и времени ее действия, то есть резина (особенно при сжатии) не подчиняется закону Гука [7]. Для резиновых изделий существенную роль играют релаксационные явления. Для уяснения этих особенностей нами проведено испытание амортиза-

ционной резины на сжатие. Результаты испытаний приведены в табл. 1 и показаны на рис. 4 и 5.

Как известно, закону Гука подчиняются те материалы, у которых зависимость напряжение—деформация представлена прямой линией. Этого мы не имеем для резины (рис. 5).

При расчете резиновых изделий в основу должно быть положено, очевидно, не напряжение, а возможность поглощения энергии [8].

Т а б л и ц а 1

Испытание амортизационной резины „5-а“ группы № смеси 3311 на сжатие.  
Размеры пластин 200 × 200

№ пп	Нагрузка, кг	Площадь, см <sup>2</sup>	Напря- жение, кг/см <sup>2</sup>	Высота слоя резины, мм	Абсолютное сжатие (укорочение), мм	Относи- тельное сжатие	Усилие на 1 см сжатия, кг
1	0	400	0	107	—	—	—
2	1250	„	3,1	90	17	15,9	735
3	2100	„	5,02	82	25	23,4	840
4	3000	„	7,5	74	33	30,8	906
5	4100	„	10,02	68	39	36,5	1050
6	5000	„	12,5	64	43	40,2	1162
7	5100	„	12,8	62	45	42,0	1132
8	8000	„	20,0	52,7	54,5	51,0	1470
9	15000	„	37,5	39	58	63,6	2200
10	20000	„	50,0	32,5	74,5	69,6	2680
1	0	400	0	34	—	—	—
2	11500	„	29,0	20	14	41,2	8220
3	44500	„	111,02	12	22	64,6	20200
4	62000	„	155,0	11	23	67,6	27000
5	70000	„	175,0	10	24	70,5	29200
6	80000	„	200,0	9	25	73,5	32000
7	100000	„	250,0	8	26	76,3	38500

Примечание. Нагрузка статическая. Остаточных деформаций не наблюдалось.

Мы изложили одно из обстоятельств, которое ограничивает применение известных расчетных формул при ударной нагрузке. Это обстоятельство кратко заключается в том, что указанные формулы применимы в случае определения напряжения в телах, подчиняющихся закону Гука. Кроме этого, имеющаяся теория не рассматривает случаи удара тела о взаимосвязанную подвижную систему тел, какую, например, мы имеем (рис. 1, 2) при рассмотрении вопроса посадки (удара) скипа на каретку дозатора. Здесь удар скипа производится по ролику или педали каретки дозатора, имеющей возможность передвижения. Каретка в свою очередь при помощи связей соединена с барабаном затвора, а последний с контргрузом.

Поведение материала деталей таких взаимосвязанных подвижных систем, как указывалось выше, совершенно не исследовано, и их прочные размеры в настоящее время в большинстве случаев принимаются конструктивно, исходя из опыта эксплуатации.

Это является вторым обстоятельством, ограничивающим применение известных расчетных формул для расчета на ударную нагрузку.

По этим же причинам нельзя воспользоваться имеющимися положениями при определении ударных усилий и напряжений в затворе дозатора и связях барабана затвора с кареткой и контргрузом.

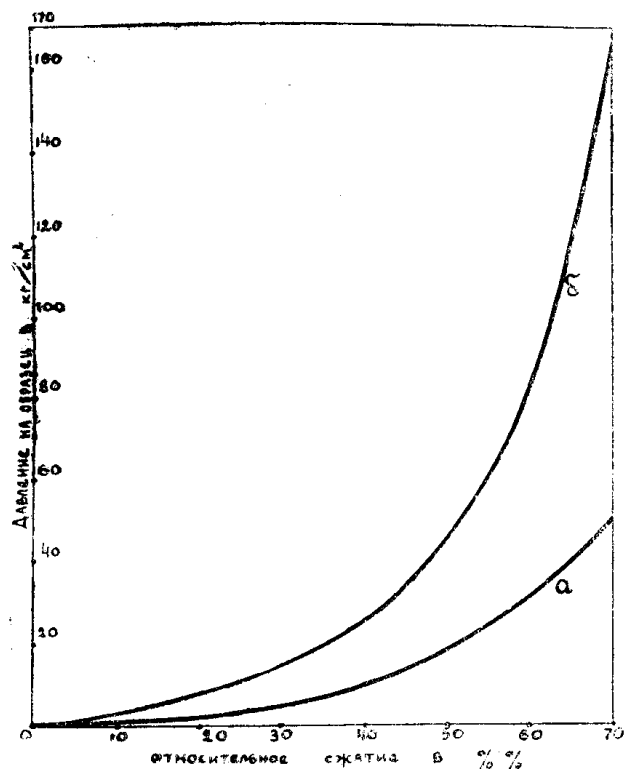
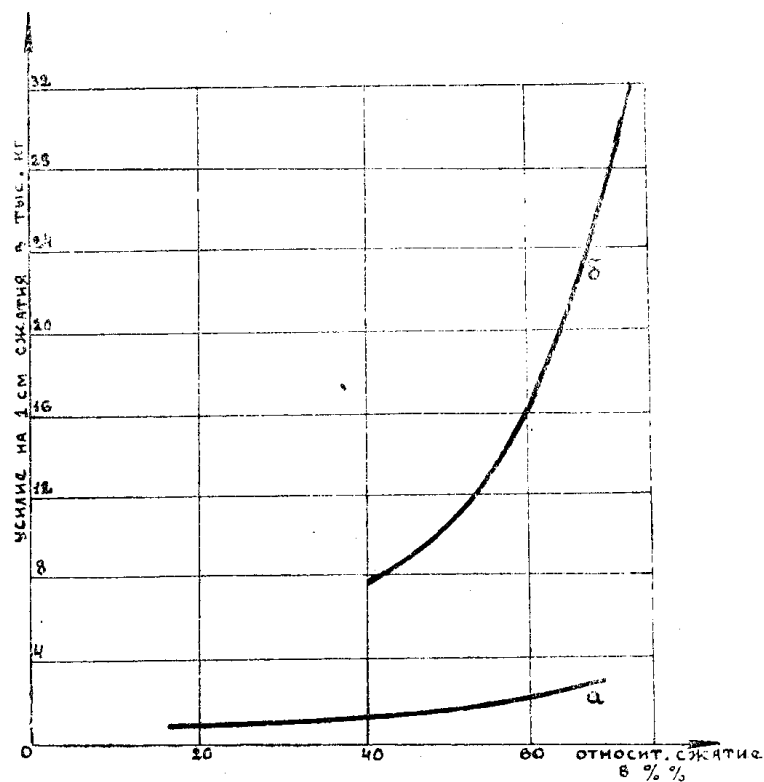


Рис. 4. Кривые сжатия амортизационной резины. (Размер основания  $200 \times 200$  мм, а — толщина слоя 107 мм, б — толщина слоя резины 34 мм)

Рис. 5. Кривые сжатия амортизационной резины (размер основания  $200 \times 200$  мм, а — толщина слоя 107 мм, б — толщина слоя 34 мм)



# **Условия, вызываемые в дозирующем устройстве при посадке скипа на каретку дозатора, и допустимые скорости при этом**

## **Характер движения каретки дозатора при посадке на нее скипа**

Не получив ответа на поставленный вопрос при помощи известных положений из теории удара, мы сделали попытку определения усилий, вызываемых в элементах дозирующего устройства при посадке скипа на каретку дозатора, из других предположений.

Наблюдения за работой скиповых подъемных установок показывают, что при посадке скипа на каретку дозатора, последняя, вместе с поступательным движением, получает колебательные движения, причем характер этих колебательных движений зависит от величины посадочной скорости скипа и рода амортизирующего устройства на каретке дозатора. Для уточнения этих положений нами проведены лабораторные испытания над моделью посадочного устройства. Удар груза (скипа) производится с различной высоты, а его посадка осуществлялась на различный амортизирующий материал. Во время этих испытаний при помощи индикатора нами зарегистрированы графики пути каретки. Дифференцирование графиков пути дает диаграммы скорости движения каретки. Диаграммы скорости движения каретки наглядно показывают, что чем больше посадочная скорость груза и чем хуже амортизационные свойства амортизирующего материала, тем колебательные движения каретки выражены ярче, а изменение скорости происходит быстрее. В каждом из проведенных опытов нами найдены максимальные ускорения каретки, которые приведены в табл. 2. На основании данных табл. 2

Таблица 2

Ускорения каретки при свободном падении на нее груза

Высота падения груза, мм	Скорость груза при соприкосновении с кареткой, м/сек	Средние максимальные ускорения опыта в м/сек <sup>2</sup>			
		Удар груза по железу	Удар груза по деревянной амортизационной подушке толщиной 100 мм	Удар груза по амортизационной подушке из резины 5Аг № смеси 3311, толщина слоя резины 100 мм	Удар по поршню воздушно-масляного демпфера
10	0,415	462	407,5	189	58,25
25	0,66	548	415	219	63,75
60	1,02	1730	653,5	277,5	158

построены кривые ускорений каретки в зависимости от величины скорости соприкосновения груза с ней (рис. 6).

Эти кривые показывают, что наименьшие ускорения каретки вызываются при посадке груза на демпферное посадочное устройство, а следовательно, в этом случае имеют место наименьшие силы инерции. Очень хорошие результаты дает резиновая амортизация и значительно худшие—деревянные амортизационные подкладки.

Данные табл. 2 и кривые на рис. 6 также показывают, что при ударе груза непосредственно о металл каретки, вызываются наибольшие максимальные ускорения, причем величина их резко возрастает с увеличением посадочной скорости груза.

# Усилия, вызываемые в элементах загрузочного устройства при посадке скипа, и допустимые мгновенные ускорения движения каретки

Имея максимальные мгновенные ускорения при посадке скипа на каретку дозатора, мы можем, на основании II закона Ньютона, определить и максимальные усилия, вызываемые при этом. На самом деле, сила инерции

$$P = mj, \quad (1)$$

где  $m$  — масса тела и  $j$  — его ускорение.

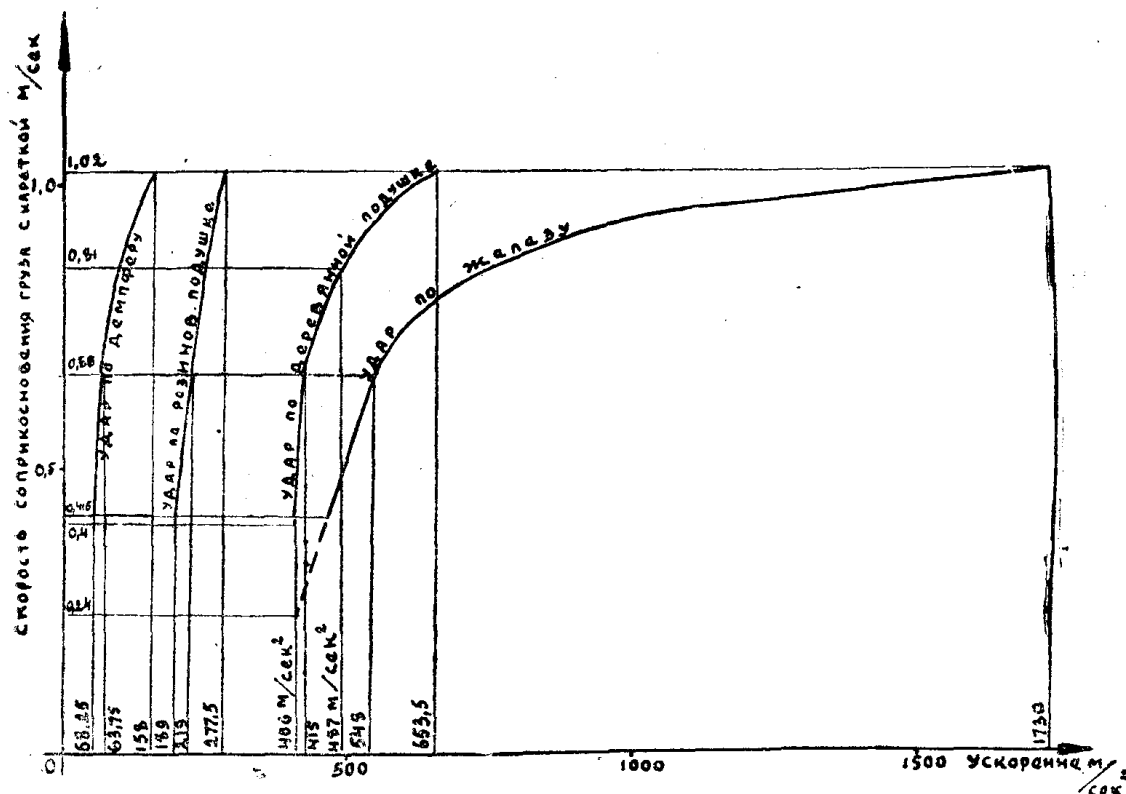


Рис. 6 Кривые мгновенных ускорений каретки.

Ввиду того, что посадка (удар) скипа в нашем случае происходит не по простейшему телу, а по каретке дозатора, являющейся одним из элементов связанной подвижной системы загрузочного устройства, для определения силы инерции массу всех связанных подвижных частей необходимо привести к месту посадки (удара) скипа. При этом уравнение (1) будет выглядеть так:  $P = Mj$ , где  $M$  — приведенная масса.

Рассмотрим конкретный пример. Возьмем типовое самодозирующее загрузочное устройство (рис. 2). Данное загрузочное устройство имеет подвижные части как поступательного, так и вращательного перемещений, следовательно, приведенная масса будет

$$M = M_{\text{пост}} + M_{\text{вр}}. \quad (2)$$

В свою очередь  $M_{\text{пост}} = m_{\text{кар}} + m_{\text{канат}} + m_{\text{кр}}$  и

$$M_{\text{вр}} = m_{\text{бар}} + m_{\text{носик}} + m_{\text{шк}}.$$



### Приведенная масса поступательно движущихся частей

Ввиду того, что поступательно движущиеся массы непосредственно связаны с местом посадки скипа на каретку, их масса приведена к месту удара. Она равна:

$$m_{\text{пост}} = m_{\text{кар}} + m_{\text{кр}} + m_{\text{кан}} = \frac{547 + 4000 + 25}{9,81} = \frac{4572}{9,81} = 466 \text{ кг м}^{-1} \text{ сек}^2.$$

### Приведенная масса вращательно движущихся частей

Приведенную массу барабана найдем по его моменту инерции. Момент инерции вращающегося тела, как известно, равен  $\Theta = Mr^2$ , где  $M$  — масса тела и  $r$  — радиус инерции.

Для цилиндра  $r = \frac{R^2}{2}$  [9]. Масса же цилиндра, приведенная к окружности, будет:

$$m_i = \frac{\Theta}{R^2} = \frac{MR^2}{2R^2} = \frac{M}{2}. \quad (3)$$

Воспользовавшись этим положением, для барабана затвора дозатора имеем:

$$m_{i6} = \frac{m_6}{2} = \frac{G_6}{2g} = \frac{3149}{2 \cdot 9,81} = 160 \text{ кг м}^{-1} \text{ сек}^2.$$

Таким же образом определим приведенную массу направляющего шкива (рис. 2):

$$m_{\text{шк}} = \frac{G_{\text{шк}}}{2g} = \frac{50}{2 \cdot 9,81} = 2,6 \text{ кг м}^{-1} \text{ сек}^2.$$

Радиус инерции носка затвора равен  $r = 1,74 \text{ м}$  (расстояние от центра вращения до центра тяжести), следовательно, его момент инерции будет:

$$\Theta_H = m_H r^2 = \frac{256}{9,81} \cdot 1,74^2 = 79 \text{ кг м}^{-1} \text{ сек}^2$$

и масса, приведенная к окружности барабана затвора

$$m_{iH} = \frac{\Theta}{R^2_6} = \frac{79}{1,18^2} = 56,7 \text{ кг м}^{-1} \text{ сек}^2.$$

### Общая приведенная масса подвижных частей

$$\mathfrak{M} = 466 + 2,6 + 160 + 56,7 = 685,3 \text{ кг м}^{-1} \text{ сек}^2.$$

Подставляя в формулу (1) ускорения, приведенные в табл. 2, получим максимальные усилия в элементах загрузочного устройства при посадке скипа на каретку дозатора. Эти усилия приведены в табл. 3.

Данные табл. 3 указывают на очевидные преимущества резиновых амортизаторов.

Исходя из предела прочности канатных связей загрузочного устройства, показанного на рис. 2, допустимое максимальное ускорение равно:

$$j = \frac{P}{\mathfrak{M}} = \frac{Q_p}{\mathfrak{M}} = \frac{334000}{685,3} = 487 \text{ м/сек}^2,$$

где  $Q_p = 334000 \text{ кг}$  — суммарное разрывное усилие всех проволок двух связывающих канатов.

Пользуясь кривыми ускорения (рис. 6), найдем максимальные посадочные скорости, при которых разрываются канаты при  $j = 487 \text{ м/сек}^2$ . Данная скорость при ударе скипа о металл каретки равна  $0,5 \text{ м/сек}$ , при ударе о деревянную подушку— $0,81 \text{ м/сек}$  и опасной посадочной скорости при посадке скипа на картку с резиновыми амортизаторами, в пределах графика (рис. 6) нет.

Таблица 3

Скорость посадки скипа на картку, $\text{м/сек}$	Усилия, вызываемые в элементах загрузочного устройства, кг		
	удар металлическим днищем скипа о металл каретки	удар скипа об деревянную амортизирующую подушку высотой 100 мм	удар скипа о резиновый амортизатор высотой 100 мм
0,415	31700	28000	13000
0,66	37600	28500	15000
1,02	118500	45000	19000

Для надежной работы загрузочного устройства эти скорости должны быть значительно снижены. Беря запас прочности  $n = 1,2$ , получим  $j_{\text{max}} = 406 \text{ м/сек}^2$ , тогда допустимые посадочные скорости для нашего случая будут: в случае каретки без применения амортизации  $0,24 \text{ м/сек}$ , с применением деревянной подушки высотой 100 мм— $0,4 \text{ м/сек}$  и в случае применения резинового амортизатора она выше  $1,0 \text{ м/сек}$ .

Ввиду трудности проверки высказанных положений в производственных условиях нами проведена лабораторная экспериментальная проверка. Для этой цели было проделано три опыта. В первом опыте модель каретки подвешивалась на 3 проволоки, взятые из стального каната. Диаметр каждой проволоки  $\delta = 1,8 \text{ мм}$ , разрывное усилие для 3 проволок  $Q_p = 1221 \text{ кг}$ . В нашем случае  $Q_k = 6 \text{ кг}$ ,  $Q_{\text{кзв}} = 21 \text{ кг}$ , вес двух блоков  $3 \text{ кг}$ , следовательно, приведенная масса

$$M = \frac{6 + 21 + \frac{3}{2}}{9,81} = 2,9 \text{ кг м}^{-1} \text{ сек}^2.$$

Ускорение, при котором произойдет разрыв 2 связывающих канатиков по 3 проволоки каждый:

$$j = \frac{2 \cdot 1221}{2,9} = 840 \text{ м/сек}^2.$$

Данные канатики не разрывались при падении груза на картку со скоростью  $0,415 \text{ м/сек}$ ,  $0,66 \text{ м/сек}$  и  $1,02 \text{ м/сек}$  при применении деревянных подкладок и резиновых амортизаторов на картке. Разрыв произошел при ударе груза о картку без амортизации со скоростью  $1,02 \text{ м/сек}$ .

При двух проволоках в канатике произошел разрыв одной из проволок при ударе груза о картку без амортизации со скоростью  $0,66 \text{ м/сек}$  и разрыв канатика при ударе со скоростью  $1,02 \text{ м/сек}$  как с деревянной амортизационной подкладкой, так и без применения амортизации.

Когда в качестве связи от каретки к контргрузу применялись по 1 проволоке с каждой стороны (всего 2 проволоки), их разрыв произошел при скорости падения груза на картку с резиновыми амортизаторами  $1,02 \text{ м/сек}$ .

Приведенная масса подвижных частей в последнем случае  $M = 3,3 \text{ кг м}^{-1} \text{ сек}^2$ . Следовательно, допустимое ускорение

$$j = \frac{2 \cdot 407}{3,3} = 247 \text{ м/сек}^2.$$

Согласно рис. 6 такое ускорение получается при скорости посадки груза на каретку с резиновой амортизацией  $0,92 \text{ м/сек}$ . При скоростях же, превышающих  $0,92 \text{ м/сек}$  проволоочки должны разрываться, что мы и имеем в нашем случае.

Из сказанного выше следует, что полученные нами величины при обработке данных опытов близки к истинным. Высказанные положения подтверждает и практика работы скиповых подъемных установок.

Практикой эксплуатации скиповых подъемных установок установлены предельные скорости посадки скипов на каретки дозатора в  $0,5 \text{ м/сек}$ . Мы видим, что для кареток вращательного перемещения, в которых удар скипа производится о металлический ролик или металлический брус, даже и эта скорость является опасной. С другой стороны, при применении резиновых амортизаторов на каретке дозатора, посадочная скорость скипа вполне может быть доведена до  $1 \text{ м/сек}$ .

Как указывалось выше, в практике работы скиповых подъемных установок шахт посадочная скорость скипа на каретку дозатора, во избежание аварий в загрузочном устройстве, при принятой жесткой системе посадки не должна превышать  $0,5 \text{ м/сек}$ . Иногда эта скорость (особенно при применении кареток вращательного перемещения) опускается до  $0,1 \text{ м/сек}$ , а время движения скипа вместе с кареткой дозатора иногда доходит до  $15 \text{ сек}$ .

Последнее обстоятельство чрезвычайно затягивает время всей подъемной операции, что ведет к снижению производительности установок, а так же увеличению расхода энергии приводом как за счет удлинения подъемной операции, так и за счет увеличения времени работы установки по выдачи суточной добычи шахты.

Из сказанного следует, что улучшение режима загрузки скипов важно и необходимо. Для этого можно рекомендовать применение демпферных посадочных устройств (рис. 7) или резиновых амортизаторов (в первую очередь на каретке дозатора), что позволит производить посадку скипа на каретку дозатора со скоростью, близкой к  $1 \text{ м/сек}$ , а значит в большой мере сократит время движения скипа вместе с кареткой и время подъемной операции.

Указанные критерии посадочной скорости скипа оправдываются как практикой работы скиповых подъемных установок Кузбасса, так и приведенным экспериментальным материалом.

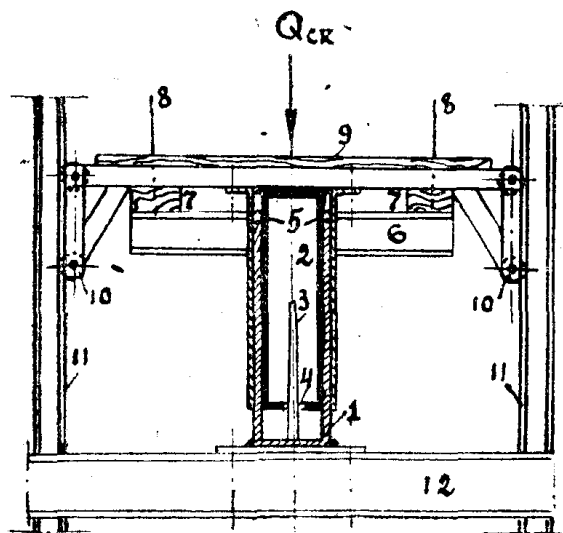


Рис. 7. Демпферное посадочное устройство.  
1. Цилиндр. 2. Пустотелый поршень. 3. Игла.  
4. Отверстие для истечения масла во внутреннюю полость поршня. 5. Уплотнения.  
6. Каретка дозатора. 7. Амортизаторы. 8. Канаты, связывающие каретку с барабаном затвора.  
9. Посадочная подушка скипа. 10. Ролики.  
11. Направляющие. 12. Балки, фиксирующие посадку скипа.

## Выводы

Суммируя материал, рассмотренный в настоящей работе, можно сделать следующие выводы:

1. Применяемая в настоящее время динамика загрузки скипов вызывает увеличение времени подъемной операции и вызывает опасность аварий в элементах загрузочного устройства, а значит ведет к уменьшению срока службы последних.

2. В качестве затворов дозирующих устройств работает более надежно барабанный затвор, у которого контргруз (противовес) ходит по своим направляющим и связан с барабаном затвора при помощи каната. Однако, применяя упругую посадку скипа на каретку дозатора и применяя в качестве ограничителей поворота барабана при закрывании затвора резиновые амортизаторы (из резиновых шайб), может быть с успехом использован барабанный затвор с контргрузом, укрепленным непосредственно на барабане затвора.

В качестве кареток дозирующих устройств, в равной мере, могут быть применены как каретки с поступательным перемещением, так и с вращательным. Для улучшения режима посадки скипа и работы дозирующего и посадочного устройств в том и другом случае необходимо применять амортизирующие устройства, которые бы позволяли подводить скип к каретке дозатора с максимальной скоростью, не вызывая аварий в дозирующем и посадочном устройствах.

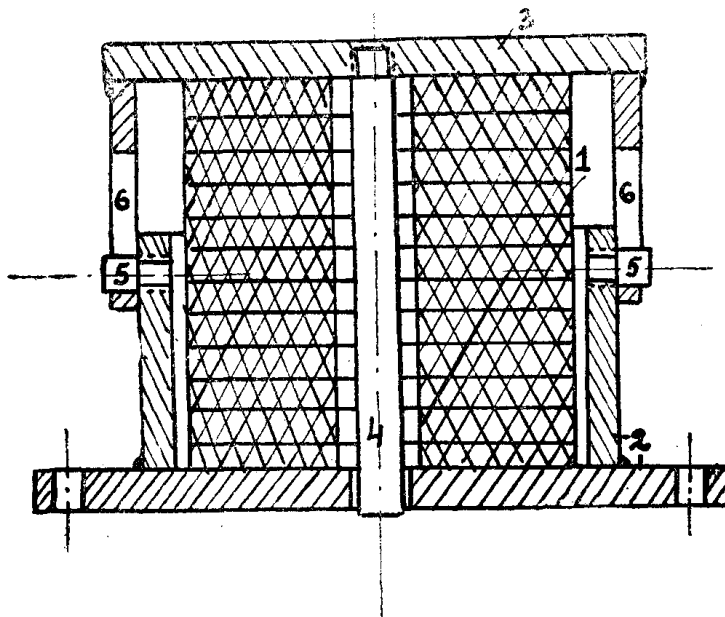


Рис. 8. Резиновый пакетный амортизатор. 1. Пакет из резиновых пластин. 2. Коробка, прикрепляемая к каретке дозатора. 3. Крышка коробки. 4. Направляющий стержень. 5. Направляющие штифты. 6. Направляющие вырезы.

В качестве связей от каретки к затвору дозатора необходимо рекомендовать стальные канаты, которые, обладая достаточной прочностью и эластичностью в работе (что особенно важно при ударных нагрузках), способствуют улучшению работы дозаторов.

Для окончательной фиксации скипа при его загрузке на посадочные брусья или балки, применяемые на практике, необходимо ставить резиновые амортизирующие подкладки. Это уменьшит динамические напряжения в скипе и посадочных брусьях при окончательной остановке скипа.

3. Для улучшения режима загрузки скипов и работы дозаторов, таким образом, необходимо применение амортизирующих посадочных и ограничительных устройств в загрузочном устройстве. Последнее обстоятельство позволит сократить время действительного цикла работы и увеличить производительность скиповых подъемных установок, даст возможность более надежной и безаварийной их работы и уменьшит расход энергии приводом подъемной установки как за счет сокращения времени подъемной операции, так и за счет сокращения времени работы установок по выдаче суточной производительности шахт. Кроме того, улучшение динамики загрузки скипов позволяет уменьшить мощность подъемных двигателей в случае неизменной или мало возрастающей производительности и глубины шахт.

4. В качестве амортизирующих посадочных устройств необходимо рекомендовать демпферные (воздушно-масляные и масляные) устройства и резиновые пакетные амортизаторы, которые показаны на рис. 7 и 8.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пономарев С. Д. и другие. Основы современных методов расчета на прочность в машиностроении. Машгиз, 1952.
2. Тимошенко С. П. и Лессельс. Прикладная теория упругости. ГОНТИ., 1931.
3. Тимошенко С. П. Zur Frage nach der Wirkung eines stoßes auf einen Balken. „Zeitschrift für Mathematik und Physik“, 1913.
4. Динник А. Н. Удар и сжатие упругих тел. Киев, 1909.
5. Филоненко-Бородич М. М. и др. Курс сопротивления материалов. Гостехиздат, 1949.
6. Беляев Н. М. Сопротивление материалов. Изд. 7-е, М-Л. Гостехиздат, 1951.
7. Лепетов. В. А. Производство резиновых технических изделий. Госхимиздат, 1947.
8. Израелит Г. Ш. и др. Механические испытания резины, эбонита и пластмасс. Госхимиздат, 1940.
9. Герман А., П. Шклярский, Ф. Н. Рудничные подъемные установки. Углетехиздат, 1947.